শব্দ ও তরঙ্গ সংক্রান্ত কতিপয় প্রশ্নোত্তর

১। শব্দ কাকে বলে?
উত্তর: কোন কম্পনশীল বস্তু থেকে যে শক্তি মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আমাদের কানে এসে পৌঁছায় এবং মস্তিষ্কে শ্রবণের অনুভূতি সৃষ্টি করে তাকে শব্দ বলে।

২। তরঙ্গ মাধ্যম কাকে বলে?
উত্তর: যে জড় মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয় তাকে মাধ্যম বলে।

৩। সমসত্ব মাধ্যম ও অসমসত্ব মাধ্যম কাকে বলে?
উত্তর: যে মাধ্যমের ভৌত ধর্মগুলো সর্বত্র একই থাকে অর্থাৎ যে মাধ্যমে আলো সম গতিতে সবদিকে চলাচল করতে পারে তাকে সমসত্ব মাধ্যম বলে। যেমন— স্বল্প পরিসরে বায়ু, জল, কাচ ইত্যাদি। অপরদিকে যে মাধ্যমের সমস্ত অংশের ভৌত ধর্ম একই নয় অর্থাৎ যে মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আলো সম গতিতে চলাচল করতে পারে না, বিভিন্ন অংশে আলোর গতিবেগ বিভিন্ন হয়, সেই মাধ্যমকে অসমসত্ব মাধ্যম বলে। যেমন— অভ্র, কোয়ার্জ ইত্যাদি। একটি অসমসত্ব মাধ্যমকে একাধিক সমসত্ব মাধ্যমে ভাগ করা যেতে পারে। বায়ুমন্ডল সামগ্রিকভাবে একটি অসমসত্ব মাধ্যম। কারণ বায়ুমন্ডলের নীচের বায়ুস্তরের ঘনত্ব, উপরের বায়ুস্তরের ঘনত্বের তুলনায় বেশী।

৪। তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো থেকে স্থায়ীভাবে স্থানন্তরিত হয় না তাকে তরঙ্গ বলে।

৫। মাধ্যমের নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ কত প্রকার ও কি কি?
উত্তর: মাধ্যমের নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ দুই প্রকার। যথা—
- যান্ত্রিক তরঙ্গ
- তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ।

৬। যান্ত্রিক তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় তাকে যান্ত্রিক তরঙ্গ বলে। যেমন— শব্দ তরঙ্গ, জলতরঙ্গ, সিসমিক তরঙ্গ (ভূমিকম্প, আগ্নেয়গিরি, ভূমি বা পাহাড় ধসে উৎপন্ন কম্পন), পদার্থের কম্পন ইত্যাদি।

৭। তড়িতচৌম্বক তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না, তাকে তড়িতচৌম্বক তরঙ্গ বলে। অন্যভাবে বলা যায়, যে তরঙ্গের তড়িৎ ও চৌম্বক উপাংশ থাকে তাকে তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ বলে। অর্থাৎ কোনো স্থানে পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের অস্তিত্ব থাকলে সেটি যে তরঙ্গাকারে ছড়িয়ে পড়ে তাকে তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ বলে। পদার্থবিদ্যায়, তড়িৎচৌম্বক বিকিরণ দ্বারা তড়িৎচৌম্বক ক্ষেত্রের তরঙ্গকে বোঝায়। যেমন— বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোওয়েভ, টেরাহার্জ তরঙ্গ, অবলোহিত রশ্মি, দৃশ্যমান আলো, অতিবেগুনি রশ্মি, এক্স-রে, গামা রশ্মি। এ সকল তরঙ্গ প্রত্যেকে শূণ্য মাধ্যমে, $c = 3\times10^8\ ms^{-1}$ সমবেগে চলে। [তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ সম্পর্কে বিস্তারিত অধ্যয়নের জন্য এই লেখকের *(রেদওয়ানুল ইসলাম)* রচিত *'তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ, বর্ণালী, বিকিরণ ও তেজস্ক্রিয়তা'* সংক্রান্ত নোট দ্রষ্টব্য]

৮। স্পন্দনের দিকের নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ কত প্রকার ও কি কি?
উত্তর: স্পন্দনের দিকের নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ দুই প্রকার। যথা—
- অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বা আড় তরঙ্গ বা তির্যক তরঙ্গ
- অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বা লম্বিক তরঙ্গ বা দীঘল তরঙ্গ

৯। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বা আড় তরঙ্গ বা তির্যক তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে তরঙ্গ মাধ্যমে কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে সামনের দিকে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বা আড় তরঙ্গ বা তির্যক তরঙ্গ বলে।

১০। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বা লম্বিক তরঙ্গ বা দীঘল তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে তরঙ্গ মাধ্যমে কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে সামনের দিকে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বা লম্বিক তরঙ্গ বা দীঘল তরঙ্গ বলে।

১১। অগ্রগামীতার নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ কত প্রকার ও কি কি?
উত্তর: অগ্রগামীতার নির্ভরশীলতায় তরঙ্গ দুই প্রকার। যথা—
- চলমান বা অগ্রগামী তরঙ্গ
- স্থির তরঙ্গ

১২। চলমান বা অগ্রগামী তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: যে তরঙ্গ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সবসময় সামনের দিকে অগ্রসর হয় তাকে চলমান বা অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

১৩। স্থির তরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: মাধ্যমের কোনো সীমিত অংশে পরস্পর বিপরীতমুখী, একই তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি অগ্রগামী তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে যে লব্ধি তরঙ্গের সৃষ্টি হয় তাকে স্থির তরঙ্গ বলে। অথবা যে তরঙ্গ কোনো স্থানে উৎপন্ন হয়ে সেখানেই বিলীন হয় এবং কোনো দিকে অগ্রসর হয় না তাকে স্থির তরঙ্গ বলে।

১৪। শব্দতরঙ্গ কাকে বলে?
উত্তর: শব্দতরঙ্গ হলো কঠিন, তরল বা বায়বীয় মাধ্যম দিয়ে সঞ্চারিত একপ্রকার যান্ত্রিক তরঙ্গ যা আমাদেরকে শ্রবণের অনুভূতি জাগায়।

১৫। সাম্যাবস্থান কাকে বলে?
উত্তর: পর্যাবৃত্ত গতি সম্পন্ন কোনো বস্তু যে অবস্থান হতে ডানে-বামে বা উপরে-নিচে সর্বোচ্চ একই দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ বস্তুর সাম্যাবস্থান বলে। অথবা পর্যাবৃত্ত গতি সম্পন্ন কোনো বস্তু দুলতে দুলতে যে অবস্থানে এসে স্থির হয়ে যায় তাকে ঐ বস্তুর সাম্যাবস্থান বলে।

১৬। তরঙ্গের সরণ কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার সাম্যাবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে অতিক্রান্ত দূরত্বকে তরঙ্গের সরণ বলে।

১৭। পূর্ণ স্পন্দন বা পূর্ণ কম্পন কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কণা কোনো বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে পুনরায় সেই বিন্দুর দিকে ফিরে আসাকে পূর্ণ স্পন্দন বা পূর্ণ কম্পন বলে।

১৮। দোলনকাল বা পর্যায়কাল কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে দোলনকাল বা পর্যায়কাল বলে। ইহাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। দোলনকাল বা পর্যায়কাল একধরনের কাল বা সময়। তাই সময়ের সাথে তুলনা করে একে পরিমাপ করা হয়।

১৯। বিস্তার কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার সাম্যাবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে বিস্তার বলে। সরণের সর্বোচ্চ মানই বিস্তার। ইহাকে a দ্বারা প্রকাশ করা হয়। বিস্তার একধরনের সরণ। তাই সরণের সাথে তুলনা করে একে পরিমাপ করা হয়।

২০। কম্পাঙ্ক কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণা প্রতি সেকেন্ডে যতটি পূর্ণ স্পন্দন বা পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। ইহাকে f বা n দ্বারা প্রকাশ করা হয়। M.K.S পদ্ধতিতে কম্পাঙ্কের একক হলো s^{-1} বা Cycle per Second বা Hz (হার্জ বা হার্টজ)। প্রখ্যাত জার্মান পদার্থবিজ্ঞানী হাইনরিখ হার্জের নামানুসারে Hz (হার্জ বা হার্টজ) নামকরণ করা হয়।

২১। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। অথবা তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে দুরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। ইহাকে λ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি একধরনের দৈর্ঘ্য। তাই একে দৈর্ঘ্যের সাথে তুলনা করে একে পরিমাপ করা হয়।

২২। দশা কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার যে কোনো মূহূর্তে গতি সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

২৩। আদি দশা কাকে বলে?
উত্তর: পর্যবেক্ষণের শুরুতে বা সময় গণনার শুরুতে তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার দশাকে আদি দশা বলে।

২৪। তরঙ্গবেগ কাকে বলে?
উত্তর: তরঙ্গ একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বলে। ইহাকে v দ্বার প্রকাশ করা হয়। এটি একধরনের বেগ। তাই একে বেগের সাথে তুলনা করে পরিমাপ করা হয়।

২৫। তরঙ্গমুখ কাকে বলে?
উত্তর: যে কোনো মুহূর্তে কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

২৬। তরঙ্গ রশ্মি কাকে বলে?
উত্তর: সমসত্ব মাধ্যমে তরঙ্গমুখের অভিলম্বে তরঙ্গ যেদিকে অগ্রসর হয় তাকে তরঙ্গ রশ্মি বলে।

২৭। তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গচূড়া কাকে বলে?
উত্তর: অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে এর ধনাত্বক দিকে এক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বাধিক সরণের বিন্দুকে তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গচূড়া বলে। অথবা অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বোচ্চ বিন্দুকে তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গচূড়া বলে।

২৮। তরঙ্গপাদ বা তরঙ্গখাঁজ কাকে বলে?
উত্তর: অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে এর ঋণাত্বক দিকে এক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বাধিক সরণের বিন্দুকে তরঙ্গপাদ বা তরঙ্গখাঁজ বলে। অথবা অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বনিম্ন বিন্দুকে তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গচূড়া বলে।

২৯। তরঙ্গের তনুভবন (compression) কাকে বলে?
উত্তর: অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের নিম্ন ঘনত্ব ও চাপের অংশকে তরঙ্গের তনুভবন (Refraction) বলে। অর্থাৎ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের প্রসারিত অংশকে তরঙ্গের তনুভবন (Refraction) বলে। একে তরঙ্গখাজ বা তরঙ্গপাদের সাথে তুলনা করা হয়।

৩০। তরঙ্গের ঘনিভবন (compression) কাকে বলে?
উত্তর: অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের উচ্চ ঘনত্ব ও চাপের অংশকে তরঙ্গের ঘনিভবন (compression) বলে। অর্থাৎ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সংকোচিত অংশকে তরঙ্গের ঘনিভবন (compression) বলে। একে তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গচূড়ার সাথে তুলনা করা হয়।

৩১। তরঙ্গের তীব্রতা কাকে বলে?
উত্তর: কোনো অগ্রগামী তরঙ্গের সমকোণে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে তরঙ্গের তীব্রতা বলে।

৩২। তরঙ্গের উপরিপাতন নীতি বিবৃতি কর।
উত্তর: যদি দুই বা ততোধিক তরঙ্গ মাধ্যমের কোনো কনার উপর দিয়ে একই সাথে অতিক্রম করে তবে কণাটির লব্ধি সরণ হবে প্রত্যেকটি তরঙ্গ দ্বারা সৃষ্ট পৃথক পৃথক সরণের বীজগাণিতীয় বা ভেক্টর সমষ্টির সমান।

৩৩। সুস্পন্দ বিন্দু কাকে বলে?
উত্তর: স্থির তরঙ্গের উপরে অবস্থিত যে সকল বিন্দুতে লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার সর্বাধিক হয় তাদের সুস্পন্দ বিন্দু বলে।

৩৪। নিস্পন্দ বিন্দু কাকে বলে?
উত্তর: স্থির তরঙ্গের উপরে অবস্থিত যে সকল বিন্দুতে লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার শুন্য হয় তাদের নিস্পন্দ বিন্দু বলে।

৩৫। মুক্ত কম্পন বা স্বাভাবিক কম্পন বা নির্বাধ কম্পন কাকে বলে?
উত্তর: যেকোনো আকার, গঠন বা আকৃতির বস্তুকে আন্দোলিত করলে বস্তুটি একটি নিজস্ব কম্পাঙ্ক রক্ষা করে স্পন্দিত হয়, এ স্পন্দনকে মুক্ত কম্পন বা স্বাভাবিক কম্পন বা নির্বাধ কম্পন বলে।

৩৬। অবমন্দিত কম্পন কাকে বলে?
উত্তর: কোনো কম্পনশীল বস্তুর ওপর বিভিন্ন বাধাজনিত বল ক্রিয়া করলে বস্তুটির কম্পনের বিস্তার ধীরে ধীরে হ্রাস পায় এবং কিছু সময় পর বস্তুটি সাম্যবস্থায় ফিরে আসে। একে অবমন্দিত কম্পন বলে।

৩৭। আরোপিত বা পরবশ কম্পন কাকে বলে?
উত্তর: কোনো কম্পনরত বস্তুকে অন্য একটি কম্পনক্ষম বস্তুর নিকটে আনলে দ্বিতীয় বস্তুটিতে কম্পন শুরু হয়। একে আরোপিত বা পরবশ কম্পন বলে। ভিন্নভাবে বলা যায়, কোনো বস্তুর উপর আরোপিত পর্যাবৃত্ত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক বস্তুর স্বাভাবিক কম্পনের কম্পাঙ্কের চেয়ে ভিন্নতর হলে বস্তুটি প্রথমে অনিয়মিত ভাবে কম্পিত হয় পরে আরোপিত কম্পনের কম্পাঙ্কে কম্পিত হতে থাকে। এই ধরনের কম্পন কে আরোপিত বা পরবশ কম্পন বলে।

৩৮। অনুনাদ কম্পাঙ্ক (Resonance Frequency) কাকে বলে?
উত্তর: কোনো বস্তুর নিজস্ব কম্পাঙ্ক এবং তার উপর আরোপিত পর্যায়বৃত্ত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক সমান হলে বস্তুটি অধিক বিস্তারে কম্পিত হয়। এ ধরণের কম্পনকে অনুনাদ বলে। অর্থাৎ যে কম্পাকের ফলে বস্তুটি সর্বোচ্চ বিস্তারে কম্পনশীল হয় সেই কম্পাঙ্ককে বস্তুটির অনুনাদ কম্পাঙ্ক (Resonance Frequency) বলে।

৩৯। অনুনাদ বায়ুস্তম্ভ (Resonance ail column) কাকে বলে?
উত্তর: কোনো একটি একমুখ খোলা নলের মধ্যে আবদ্ধ বায়ুস্তম্ভের একটি স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক থাকে। এই কম্পাঙ্ক বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে। এরূপ একটি খোলা নলের মুখে একটি কম্পমান টিউনিং ফর্ক ধরলে ফর্কের কম্পন বায়ুস্তম্ভে পরবশ কম্পন সৃষ্টি করে। ফর্কের কম্পাঙ্ক যদি বায়ুস্তম্ভের কম্পাঙ্কের সমান হয় তবে বায়ুস্তম্ভ প্রবলভাবে কাপঁতে থাকে। একে অনুনাদী বায়ুস্তম্ভ (Resonance ail column) বলে।

৪০। শব্দের প্রতিধ্বনি ও প্রতিফলন কাকে বলে?
উত্তর: যখন কোনো শব্দ উৎস হতে উৎপন্ন হয়ে দূরে কোনো প্রতিফলকে বাধাগ্রস্থ হয়ে পুনরায় উৎসের দিকে ফিরে এসে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি ঘটায় তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে। অপরদিকে কোনো শব্দ তরঙ্গ একটি সুষম মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলার সময় যদি ভিন্ন ধরণের একটি মাধ্যমে বাধা পেয়ে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে তাহলে এই ঘটনাকে শব্দের প্রতিফলন বলে।

৪১। শ্রবণের স্থায়িত্বকাল বা শব্দনুভূতির কাকে বলে?
উত্তর: কোনো শব্দ শোনার পর মস্তিষ্কে যতক্ষন ঐ শব্দের রেশ বা প্রভাব থাকে, তাকে শ্রবণের স্থায়িত্বকাল বা শব্দনুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। মানবমস্তিষ্কে কোনো শব্দের স্থায়িত্বকাল ০.১ সেকেন্ড। উৎপন্ন দুটি শব্দের সময়কালের ব্যবধান ০.১ সেকেন্ডের কম হলে মানবমস্তিষ্ক শব্দদ্বয়কে একটি শব্দরূপে গণ্য করে। তাই দুটি শব্দের পার্থক্য শনাক্ত করতে হলে সময়কালের ব্যবধান ন্যূনতম ০.১ সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন।

৪২। শ্রাব্যতার সীমা বা পাল্লা কাকে বলে?
উত্তর: মানুষ নির্দিষ্ট সীমার কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দকে শুনতে পারে। এর কম বা বেশি কম্পনবিশিষ্ট শব্দ হলে মানুষ শুনতে পায় না। এই সীমাকে মানুষের শ্রাব্যতার সীমা বা পাল্লা বলে। মানুষের শ্রাব্যতার সীমা বা পাল্লা হচ্ছে 20 Hz কম্পাঙ্ক থেকে 20 kHz (20000 Hz) কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দ।

৪৩। শব্দতের তরঙ্গ বা শ্রুতিপূর্ব শব্দ বা অবশ্রাব্য শব্দ বা ইনফ্রাসাউন্ড কাকে বলে?
উত্তর: 20 Hz এর কম কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দকে শব্দতের তরঙ্গ বা শ্রুতিপূর্ব শব্দ বা অবশ্রাব্য শব্দ বা ইনফ্রা সাউন্ড বলে। শব্দতের তরঙ্গ বা শ্রুতিপূর্ব শব্দ বা অবশ্রাব্য শব্দ বা ইনফ্রাসাউন্ডের সীমা হচ্ছে 0 Hz থেকে 20 Hz পর্যন্ত।

৪৪। শ্রুতিগোচর শব্দ বা শ্রবণীয় শব্দ বা অডিও কাকে বলে?
উত্তর: যে শব্দের কম্পাঙ্কের মান 20 Hz থেকে 20 kHz (20000 Hz) এর মধ্যে সীমাবদ্ধ সেই শব্দকে মানুষের শ্রুতিগোচর শব্দ বা শ্রবণীয় শব্দ বা অডিও বলে।

৪৫। শব্দোত্তর তরঙ্গ বা শ্রুতিউত্তর শব্দ বা শ্রবণোত্তর শব্দ শ্রবণাতীত শব্দ বা আল্ট্রাসাউন্ড বা আল্ট্রাসনিক শব্দ কাকে বলে?
উত্তর: 20 kHz (20000 Hz) এর বেশি কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বা শ্রুতিউত্তর শব্দ বা শ্রবণোত্তর শব্দ বা শ্রবণাতীত শব্দ বা আল্ট্রাসাউন্ড বা আল্ট্রাসনিক শব্দ বলে। শব্দোত্তর তরঙ্গ বা শ্রুতিউত্তর শব্দ বা শ্রবণোত্তর শব্দ বা শ্রবণাতীত শব্দ বা আল্ট্রাসাউন্ড বা আল্ট্রাসনিক শব্দের সীমা হচ্ছে 20 Hz থেকে অসীম পর্যন্ত।

৪৬। শব্দ দূষণ কাকে বলে?
উত্তর: বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন জোরালো ও অপ্রয়োজনীয় শব্দ যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে বিরক্তি ঘটায় এবং স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করে তাকে শব্দ দূষণ বলে।

৪৭। ম্যাচ (MACH) কাকে বলে?
উত্তর: কোনো বস্তুর বেগ ও শব্দের বেগের অনুপাতকে ম্যাচ (MACH) বলে।

৪৮। সুপারসনিক গতি কাকে বলে?
উত্তর: কোনো বস্তু শব্দের চেয়ে বেশি গতিতে বাতাসের মধ্য দিয়ে ধাবিত হলে তার গতিকে সুপারসনিক গতি বলে।

৪৯। প্রাবল্য বা তীব্রতা কাকে বলে?
উত্তর: শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে। তীব্রতাকে I দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইহার একক wm^{-2}। [1 Wm^{-2} = 120 dB (ডেসিবেল)]

৫০। তীব্রতার বৈশিষ্ট্য কি কি?
উত্তর: তীব্রতা, $I = 2\pi\rho n^2a^2v$
তীব্রতার বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ—
- তীব্রতা মাধ্যমের ঘনত্বের সামানুপাতিক।
- তীব্রতা উৎসের কম্পাঙ্কের বর্গের সামানুপাতিক।
- তীব্রতা মাধ্যমের বিস্তারের বর্গের সামানুপাতিক।
- তীব্রতা মাধ্যমের দ্রুতির সামানুপাতিক।
- তীব্রতা মাধ্যমের দুরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

৫১। শব্দের তীব্রতা লেভেল কাকে বলে?
উত্তর: কোনো শব্দের তীব্রতা এবং প্রমাণ তীব্রতার অনুপাতের দশভিত্তিক লগারিদমকে শব্দের তীব্রতা লেভেল বলে। ইহাকে β দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৫২। প্রমাণ তীব্রতা কাকে বলে?
উত্তর: 1000Hz কম্পাংকবিশিষ্ট 10^{-12} Wm^{-2} তীব্রতাকে প্রমাণ তীব্রতা বলে।

৫৩। মানুষের জন্য নিরাপদ ও ক্ষতিকর শব্দের তীব্রতা কত?
উত্তর: মানুষের নিরাপদ শব্দের তীব্রতার সর্বোচ্ছ সীমা হলো 85 dB (ডেসিবেল)। এর উপরের সকল শব্দই মানুষের জন্য ক্ষতিকর। পরিবেশের জন্য স্বাস্থ্যকর শব্দের তীব্রতা হচ্ছে 60 dB (ডেসিবেল)।

৫৪। শব্দ কখন উচ্চ বা তীব্র হয়?
উত্তর: পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন হতে যত বেশি সময় নিবে তার তীব্রতা তত কম হবে। অনুরূপভাবে পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন হতে যত কম সময় নিবে তার তীব্রতা তত বেশি হবে।

৫৫। কোনো তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কখন হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে?
উত্তর: কোনো তরঙ্গের কম্পাঙ্ক তার তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যাস্তানুপাতিক। সুতরাং কোনো তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বড় হলে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক হ্রাস পায় এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছোট হলে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

৫৬। বেল ও ডেসিবেল কাকে বলে?
উত্তর: শব্দের তীব্রতা প্রমাণ তীব্রতার 10 গুণ হলে ঐ শব্দের তীব্রতা লেভেল কে 1 বেল বলে। এবং 10^{-1} বেল কে 1 ডেসিবেল (dB) বলে। অর্থাৎ বেলের এক দশমাংশকে ডেসিবেল বলে।

৫৭। ফন কাকে বলে?
উত্তর: এক ডেসিবেলের এর একটি বিশুদ্ধ সুর 1000 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট প্রমাণ তীব্রতার যে প্রাবাল্য সৃষ্টি করে তাকে ফন বলে।

৫৮। সোন কাকে বলে?
উত্তর: শ্রোতার শ্রাব্যতার সীমার 40 dB উর্ধে 1000Hz কম্পাংকের একটি বিশুদ্ধ সুর যে প্রাবল্য সৃষ্টি করে তাকে সোন বলে।

৫৯। শব্দের ব্যতিচার কাকে বলে কত প্রকার ও কি কি?
উত্তর: দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত একই কম্পাঙ্ক ও বিস্তার বিশিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দিকে অগ্রসর হয়ে পরস্পর উপরিপাতিত হয়ে শব্দের তীব্রতার হ্রাস-বৃদ্ধির ঘটনাকে ব্যতিচার বলে। ব্যাতিচার দুই প্রকার। যথা: গঠনমূলক ব্যাতিচার এবং ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার।

৬০। শব্দের গঠনমূলক ব্যাতিচার কাকে বলে?
উত্তর: দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত একই কম্পাঙ্ক ও বিস্তার বিশিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দিকে অগ্রসর হয়ে পরস্পর উপরিপাতিত হয়ে শব্দের তীব্রতার বৃদ্ধির ঘটনাকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে।

৬১। শব্দের ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার কাকে বলে?
উত্তর: দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত একই কম্পাঙ্ক ও বিস্তার বিশিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দিকে অগ্রসর হয়ে পরস্পর উপরিপাতিত হয়ে শব্দের তীব্রতার হ্রাসের ঘটনাকে ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার বলে।

৬২। বীট বা স্বরকম্প কাকে বলে?
উত্তর: প্রায় সমান কম্পাংকের এবং সমান বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গ একই সময়ে উৎপন্ন হয়ে একই দিকে অগ্রসর হয়ে পরস্পর উপরিপাতনের ফলে শব্দের তীব্রতার হ্রাস বৃদ্ধির ঘটনাকে বীট বা স্বরকম্প বলে।

৬৩। শব্দের বীট বা স্বরকম্প এবং ব্যাতিচারের মধ্যে পার্থক্য ও বৈশিষ্ট্যগুলো কি কি?
উত্তর:

বীট বা স্বরকম্প	ব্যাতিচার
প্রায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে শব্দের লব্ধি প্রাবল্যের যে হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে তাকে বীট বলে।	সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে নীরবতা বা প্রবলতর শব্দের সৃষ্টি হলে ঐ ঘটনাকে শব্দের ব্যতিচার বলে।
শব্দের তীব্রতা বা প্রাবল্য এবং বিস্তার সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়।	শব্দের ব্যাতিচার সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে।
লব্ধি তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বীট উৎপন্নকারী তরঙ্গদ্বয়ের গড় কম্পাঙ্কের সমান।	লব্ধি তরঙ্গের কম্পাঙ্ক ব্যাতিচার উৎপন্নকারী তরঙ্গদ্বয়ের উভয়েরই কম্পাঙ্কের সমান।

৬৪। বীটের প্রয়োগ বর্ণনা করো।
উত্তর: নিম্নে বীটের কতিপয় প্রয়োগ বর্ণনা করা হলো—
(ক) অজানা কম্পাঙ্ক নির্ণয়ে বীটের প্রয়োগ করা হয়।
(খ) খনিতে দূষিত গ্যাসের অস্তিত্ব নির্ণয়ে বীটের প্রয়োগ করা হয়।
(গ) আলোক তরঙ্গ ও শব্দতরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়ে বীটের প্রয়োগ করা হয়।

৬৫। বীট উৎপত্তির শর্তসমূহ বর্ণণা করো।
উত্তর: বীট উৎপত্তির শর্তসমূহ হলো—
(ক) বীট সৃষ্টিকারী শব্দতরঙ্গ দুটি একই সময়ে উৎপন্ন হতে হবে।
(খ) তরঙ্গ দুটির কম্পাঙ্ক ও তীব্রতা প্রায় সমান হতে হবে।
(গ) তরঙ্গ দুটির জন্য মাধ্যমের কোনো একটি কণার সরণ একই রেখায় হতে হবে।
(ঘ) মাধ্যমের কোনো একটি কণার উপর তরঙ্গ দুটি মিলিত হওয়ার পর তাদের মধ্যে দশাবৈষম্য সময়ের সাথে পরিবর্তিত হতে হবে।
(ঙ) তরঙ্গ দুটির মিলিত ক্রিয়ায় বিস্তার সময়ের সাথে পরিবর্তিত হতে হবে।

৬৬। স্বরগ্রাম কাকে বলে?
উত্তর: নির্দিষ্ট কম্পাঙ্ক বা তীক্ষ্ণতার কয়েকটি সাজানো সুরকে স্বরগ্রাম বলে।

৬৭। টোনিক কাকে বলে?
উত্তর: স্বরগ্রাম সর্বাপেক্ষা কম কম্পাঙ্কের সূচনা সুরকে টোনিক বলে।

৬৮। ডায়াটোনিক স্বরগ্রাম কাকে বলে?
উত্তর: একটি বিশেষ সুর ও এর এক-অষ্টকের মধ্যবর্তী ছয়টি বিশেষ সুরকে বাজিয়ে একটি স্বরগ্রাম তৈরি করা হয় যাতে সুমধুর সুরের সৃষ্টি হয়। এই স্বরগ্রামে ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্কের সমসংগতিপূর্ণ সুর থাকে বলে একে ডায়াটনিক স্বরগ্রাম বলে।

৬৯। সুর কাকে বলে?
উত্তর: একটিমাত্র কম্পাংক বিশিষ্ট শব্দকে সুর বলে।

৭০। স্বর কাকে বলে?
উত্তর: একাধিক কম্পাংক বিশিষ্ট শব্দকে স্বর বলে।

৭১। মূল সুর বা মৌলিক সুর কাকে বলে?
উত্তর: কোনো স্বরে বিদ্যমান সুরগুলোর মধ্যে সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট সুরকে মূল সুর বা মৌলিক সুর বলে।

৭২। উপসুর কাকে বলে?
উত্তর: কোনো স্বরে বিদ্যমান মূল সুর ব্যতিত অন্যান্য সুরগুলোকে উপসুর বলে।

৭৩। হারমোনিকস বা সমমেল কাকে বলে?
উত্তর: কোনো স্বরে বিদ্যমান উপসুরগুলোর মধ্যে যেসকল উপসুরের কম্পাঙ্ক মূলসুরের সরল গুণিতক তাদেরকে হারমোনিকস বা সমমেল বলে।

৭৪। সুশ্রাব্য শব্দ বা সুরযুক্ত শব্দ বা সুর সমৃদ্ধ শব্দ বা সুর কাকে বলে? সুশ্রাব্য শব্দের বৈশিষ্ট্যগুলোর সংজ্ঞা দাও।
উত্তর: যে সমস্ত শব্দ আমাদের শুনতে ভালো লাগে তাদেরকে সুশ্রাব্য শব্দ বা সুরযুক্ত শব্দ বা সুর সমৃদ্ধ শব্দ বা সুর বলে। উদাহরণ— বিভিন্ন বাদ্যযন্ত্র হতে নিঃসৃত শব্দ। সুশ্রাব্য শব্দের প্রধান তিনটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে—
(ক) শব্দোচ্চতা ও তীব্রতা
(খ) তীক্ষ্ণতা (pitch)
(গ) গুণ বা জাতি (timbre)

(ক) শব্দোচ্চতা ও তীব্রতা*:* শব্দোচ্চতা বলতে শব্দ কত জোরে হচ্ছে তা বোঝায়। তীব্রতা শ্রোতার কানে যে অনুভূতি সৃষ্টি করে তাই হলো শব্দোচ্চতা। তীব্রতা বাড়ালে শব্দোচ্চতা বাড়লেও তা তীব্রতার সমানুপাতিক নয়। তীব্রতা একটি পরিমেয় ভৌত রাশি আর শব্দোচ্চতা অনুভব করার বিষয়।

(খ) তীক্ষ্ণতা ***(pitch)*** বা কম্পাংক*:* সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা (picth) বলে। এটি একধরণের কম্পাঙ্ক।

(গ) গুণ বা জাতি*:* যে বৈশিষ্ট্যের দ্বারা একই তীব্রতা ও তীক্ষ্ণতার দুটি শব্দকে আলাদা করা যায় তাকে শব্দের গুণ বা জাতি (timbre) বলে।

৭৫। শব্দতরঙ্গ একধরনের যান্ত্রিক তরঙ্গ ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: কোনো বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় এবং সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। তাই শব্দকে একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ বলা হয়। এই তরঙ্গের প্রবাহের দিক এবং কম্পনের দিক একই বলে এটি একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

৭৬। কম্পনের ফলে শব্দের সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: শব্দ উৎপত্তির মূল উৎসই হলো বস্তুর কম্পন। বস্তুতে কম্পন যতক্ষণ থাকে ততক্ষণই তার শব্দ নিঃসরণ হয়। এশব্দ নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয় এবং কানে পৌঁছে শ্রুতির অনুভূতি জন্মায়। হাত থেকে কোনো ধাতব পাত্র মেঝেতে পড়ে গেলে শব্দের সৃষ্টি হয়। সাথে সাথে যদি পাত্রটিকে হাত দিয়ে স্পর্শ করা হয় তাহলে পাত্রটির কম্পন এবং শব্দ দু'টিই থেমে যায়। এ থেকে আমরা বলতে পারি যে, বস্তুর কম্পন থেকেই শব্দের উদ্ভব হয়।

৭৭। পুরুষ বা বয়স্ক লোকদের কন্ঠ মোটা কিন্তু নারী বা শিশুর কন্ঠ তীক্ষ্ণ কেন?
উত্তর: মানুষের স্বরতন্ত্রে দুটি পর্দা থাকে। এই পর্দা দুটিকে ভোকাল কর্ড বলে। ফুসফুস তাড়িত বাতাস দ্বারা পর্দা দুটি কম্পিত হলে শব্দ উৎপন্ন হয়। বয়স্ক লোকদের ভোকাল কর্ড দৃঢ় হওয়ায় কম সংখ্যক কম্পাঙ্ক সৃষ্টি হয়। কিন্তু নারী বা শিশুর ভোকাল কর্ড নমনীয় হওয়ায় বেশি কম্পনের সৃষ্টি হয়। ফলে তাদের কন্ঠ তীক্ষ্ণ হয়।

৭৮। স্বনক কাকে বলে?
উত্তর: যেকোনো কম্পনশীল বস্তুই হলো শব্দের উৎস। আর শব্দের উৎসকে স্বনক বলে।

৭৯। অষ্টক কাকে বলে?
উত্তর: কোনো সুরের কম্পাঙ্ক যদি অপর একটি সুরের কম্পাঙ্কের দ্বিগুণ হয়, তবে দ্বিতীয়টিকে প্রথমটির অষ্টক বলা হয়।

৮০। মেলডি বা স্বরমাধুর্য কাকে বলে?
উত্তর: কতকগুলো শব্দ যদি একের পর এক ধ্বনিত হয়ে একটি সুমধুর সুরের সৃষ্টি করে তবে তাকে মেলডি বা স্বরমাধুর্য বলে।

৮১। ত্রয়ী কাকে বলে?
উত্তর: যখন তিনটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত 4:5:6 হয় তখন তারা মিলে সুমধুর সুর উৎপাদন করে। শব্দের এরুপ সমন্বয়কে ত্রয়ী বলে।

৮২। স্বরসংগতি কাকে বলে?
উত্তর: যখন ত্রয়ীর সাথে একটি শব্দ এমনভাবে মিলিত হয় যাতে অতিরিক্ত শব্দ ত্রয়ীর নিম্নতম শব্দের অষ্টক হয় অর্থাৎ এদের কম্পাঙ্কের অনুপাত 4:5:6:8 হয়, তাহলে এদের সমন্বয়ে শ্রুতিমধুর সুর উৎপন্ন হয়। এই সমন্বয়কে স্বরসংগতি বলে।

৮৩। সমতান বা হারমনি কাকে বলে?
উত্তর: কতকগুলো শব্দ যদি একসঙ্গে উৎপন্ন হয়ে ঐকতানের সৃষ্টি করে তবে তাকে সমতান বা হারমনি বলে।

৮৪। সলো কাকে বলে?
উত্তর: একটি মাত্র বাদ্যযন্ত্র বাজালে যে সুরের সৃষ্টি হয় তাকে সলো বা একক সংগীত বলে।

৮৫। অর্কেস্ট্রা কাকে বলে?
উত্তর: যখন অনেকগুলো বাদ্যযন্ত্র একসঙ্গে বাজিয়ে একটি সমতান বা একটি মেলডি অথবা উভয়ই সৃষ্টি করা হয়, তখন তাকে অর্কেস্ট্রা বলে।

৮৬। সুরবর্জিত শব্দ বা নয়েজ বা শোরগোল কাকে বলে?
উত্তর: শব্দ সৃষ্টিকারী উৎসের কম্পন যদি অনিয়মিত এবং ক্ষণস্থায়ী হয় তাহলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তাকে সুরবর্জিত বা শোরগোল বা নয়েজ বলে। উদাহরণ— হাতুড়ির শব্দ, হাটবাজারের কোলাহল, মোটর গাড়ির হর্ণ, ঘড়ির টিকটিক শব্দ ইত্যাদি।

৮৭। সমচাপ প্রক্রিয়া কাকে বলে?
উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসীয় সিস্টেমের তাপমাত্রা ও আয়তনের পরিবর্তন ঘটে কিন্তু চাপ অপরিবর্তিত থাকে তাকে সমচাপ প্রক্রিয়া বলে।

৮৮। সমআয়তন প্রক্রিয়া কাকে বলে?
উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসীয় সিস্টেমের চাপ ও তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে কিন্তু আয়তন অপরিবর্তিত থাকে তাকে সমআয়তন প্রক্রিয়া বলে।

৮৯। সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কাকে বলে?
উত্তর: যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

৯০। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া কাকে বলে?
উত্তর: যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু পরিবেশের সাথে তাপের আদান-প্রদান হয় না তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে।

সাধারনত যখন একটি ব্যবস্থার পরিবর্তন খুব ধীরে হয় এবং ব্যবস্থা বা সিস্টেমটি বাহ্যিক উৎসের সাথে তাপ বিনিময় করে নিজের তাপমাত্রা সমন্বয় করতে পারে, তখন সমোষ্ণ প্রক্রিয়া ঘটে। অন্যদিকে একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বাহিরের সাথে কোনো তাপ বিনিময় হয় না।

৯১। টানা তারের সূত্রগুলো বিবৃতি করো।
উত্তর: ১৬৩৬ সালে ফরাসি গণিতবিদ মার্সেন টানা তারের তিনটি সূত্র আবিষ্কার করেন। যা নিম্নে বর্ণনাকরা হলো—
(১) দৈর্ঘ্যের সূত্র***:*** টানা তারের আড় কম্পনের কম্পাঙ্ক এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, যখন তারটির টান এবং প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর অপরিবর্তিত থাকে।

(২) টানের সূত্র***:*** টানা তারের আড় কম্পনের কম্পাঙ্ক তারের টানের বর্গমূলের সমানুপাতিক, যখন তারটির দৈর্ঘ্য এবং প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর অপরিবর্তিত থাকে।

(৩) ভরের সূত্র***:*** টানা তারের আড় কম্পনের কম্পাঙ্ক এর ভরের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক, যখন তারটির টান এবং দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকে।

৯২। শব্দের বেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি বর্ণনা করো।
উত্তর: কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বর্গমূলের সামানুপাতিক এবং ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

৯৩। ল্যাপ্লাসের সংশোধনী ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: নিউটনের মতানুসারে কোনো গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তারের পদ্ধতিটি সমোষ্ণ পদ্ধতি। অর্থাৎ শব্দের বিস্তারের সময় পর্যায়ক্রমে ঘনীভবন ও তনুভবনের জন্য মাধ্যমের বিভিন্ন অংশের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে। কিন্তু ল্যাপ্লাস নিউটনের মতকে সংশোধন করে বলেন যে, বায়ু বা গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তারের সময় ঘনীভবন ও তনুভবন এত দ্রুত হয় যে, মাধ্যমের তাপমাত্রা স্থির থাকে না। ফলে এক্ষেত্রে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া নয় বরং রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়াটি কার্যকর হয়।

৯৪। বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: নিউটনের সূত্রানুসারে যে মাধ্যম যত বেশি স্থিতিস্থাপক হবে সে মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ তত বেশি হয়। এই কারণে কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বেগের থেকে বেশি। বিজ্ঞানী বায়ট কতগুলো লোহার পাইপ যুক্ত করে এক হাজার মিটার দীর্ঘ একটি লোহার পাইপ তৈরি করেন। এই পাইপের এক মুখে শব্দ করে অপর প্রান্তে তিনি পরপর দুটি শব্দ শুনতে পেলেন। এই দুটি শব্দের ভেতর সময়ের ব্যবধান নির্ণয় করে তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, লোহার মধ্যে শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগ এর প্রায় পনেরো গুণ বেশি। আবার তরলের মধ্যে শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগের চেয়ে বেশি, কিন্তু কঠিনের মাধ্যমের শব্দের বেগের চেয়ে কম। অর্থাৎ কঠিন ও তরল পদার্থের মধ্যে কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি। বিজ্ঞানী কোলাডন এবং স্ট্রাম সর্বপ্রথম জলে শব্দের বেগ নির্ণয় করেন। জলের শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগ এর প্রায় চারগুণ বেশি।

৯৫। বজ্রগর্ভ মেঘের দূরত্ব কিভাবে নির্ণয় করা যায় ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: বজ্রগর্ভ মেঘের দূরত্ব নির্ণয় করার জন্য একটি স্টপ ওয়াচের প্রয়োজন। যে মুহূর্তে বিদ্যুৎ ঝলক দেখা যায় সেই মুহূর্তে স্টপ ওয়াচ চালু করা হয় এবং বজ্রপাতের শব্দ শুনে স্টপ ওয়াচ বন্ধ করে দেওয়া হয়। এ থেকে বিদ্যুৎ চমক এবং বজ্রপাতের শব্দ শোনার মধ্যে যে সময় অতিবাহিত হয়েছে তা পরিমাপ করা হয়। মহাবিশ্বে আলোর বেগ (3×10^8 ms^{-1}) সর্বোচ্চ হওয়ায় ভূমিতে আলো আসার সময়কে শুন্য কল্পনা করা হয়। এরপর বায়ুতে শব্দের বেগ জেনে নিউটনের গতিসুত্রে প্রয়োগ করা হয়। যদি পরিমাপকৃত সময়ের অবকাশ t সেকেন্ড এবং বায়ুতে শব্দের বেগ প্রতি সেকেন্ডে v মিটার হয় তবে, পৃথিবী থেকে মেঘের দূরত্ব, $s = vt$ এর নির্ণয়কৃত মানের সাহায্যে সহজেই ভূমি থেকে মেঘের দূরত্ব নির্ণয় করা যায়।

৯৬। শীতকালের তুলনায় গরমকালে বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয় কেন?

উত্তর: গরমকালের বায়ুর তাপমাত্রা শীতকালের তাপমাত্রা তুলনায় বেশি থাকে। আবার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় এবং তাপমাত্রা কমে গেলে বায়ুতে শব্দের বেগ কমে যায়। সেই জন্য শীতকালের তুলনায় গরমকালে বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

৯৭। দূরে কামানের শব্দ শুনে ঘড়ি মেলালে ঘড়িতে সঠিক সময় দেয় না কেন?

উত্তর: দূরের কোনো শব্দের বা কামানের ধ্বনির সঙ্গে ঘড়ি মেলালে ঘড়ি সঠিক সময় দেয়না; কারণ, কামানের ধ্বনি স্থান থেকে শব্দ ওই ব্যক্তির কাছে পৌঁছাতে কিছুটা সময় নেয়। ফলে ওই ব্যক্তি যখন কামানের শব্দ শুনবে, আসলে তার বেশ কিছু আগে এই শব্দ উৎপন্ন করা হয়েছিল। সেই জন্য দূরের শব্দ শুনে ঘড়ি মেলালে ঘড়িটি স্লো দেখাবে।

৯৮। একটি লম্বা লোহার পাইপের একমুখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে দুইবার শব্দ শোনা যায় কেন?

উত্তর: লম্বা লোহার পাইপের একমুখে শব্দ করলে লোহা এবং পাইপের ভিতরে থাকা বাতাস এই দুই মাধ্যমের মধ্যদিয়ে শব্দ অপর প্রান্তে পৌঁছায়। যেহেতু লোহার মধ্যে শব্দের গতিবেগ বায়ুর মধ্যে শব্দের গতিবেগ এর প্রায় পনেরো গুণ বেশি, তাই লোহার মধ্যে দিয়ে আসা শব্দটি বায়ুর মধ্যে দিয়ে আসার শব্দের অনেক আগে পাইপের অপরপ্রান্তে পৌঁছায়। এই কারণে লম্বা পাইপের একমুখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে দুইবার শব্দ শোনা যায়।

৯৯। বায়ুতে শব্দের বেগ কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর: বায়ুতে শব্দের বেগ নিম্নেবর্ণিত তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে—

(ক) বায়ুর ঘনত্ব,
(খ) বায়ুর উষ্ণতা
(গ) বায়ুর আদ্রতা

এক্ষেত্রে বলা যায় যে তাপমাত্রা (উষ্ণতা) স্থির থাকলে বায়ুতে শব্দের বেগ চাপের উপর নির্ভর করে না।

১০০। কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি কেন?

উত্তর: নিউটনের সুত্রানুসারে মাধ্যমের ঘনত্ব বাড়ার সাথে সাথে শব্দের বেগ কমে যায় এবং স্থিতিস্থাপকতা বৃদ্ধির সাথে সাথে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। কঠিন মাধ্যমের ঘনত্ব বেশি হওয়ার কারণে যতটুকু বেগ হ্রাস পায় তেমনি এর স্থিতিস্থাপকতা বেশি থাকার শব্দের বেগ তার চেয়ে বেশি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ কঠিন মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতা বেশি হওয়ায় অন্য মাধ্যমে তুলনায় কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি হয়।